

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. November 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/095896 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H05H 1/34**

(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR;
Gostritzer Str. 61-63, 01217 Dresden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000889

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. April 2004 (21.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 23 014.9 23. April 2003 (23.04.2003) DE

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **KJELLBERG FINSTERWALDE ELEKTRODEN & MASCHINEN GMBH** [DE/DE]; Leipziger Str. 82, 03238 Finsterwalde (DE). **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastr. 27c, 80686 München (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KRINK, Volker** [DE/DE]; Friedastrasse 8, 03238 Finsterwalde (DE). **LAURISCH, Frank** [DE/DE]; Kriemhildstrasse 2A, 03238 Finsterwalde (DE). **LOTZE, Gerd** [DE/DE]; Gustav-Adolf-Str. 6, 01219 Dresden (DE). **WEISSGÄRBER, Thomas** [DE/DE]; Am Feldrain 38, 01328 Dresden (DE). **KÜMMEL, Kerstin** [DE/DE]; Hutbergstrasse 15, 01326 Dresden (DE). **MÖHLER, Wolfram** [DE/DE]; Goldbachweg 13d, 09599 Freiberg (DE).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: NOZZLE FOR PLASMA TORCHES

(54) Bezeichnung: DÜSE FÜR PLASMA BRENNER

(57) Abstract: The invention relates to nozzles for plasma torches that are essentially made of a metal or of a metal alloy. The nozzles are subjected to an increased amount of wearing, in particular, when operating plasma torches of this type during cutting processes involving the use of oxygen whereby requiring the nozzles to be frequently exchanged. The aim of the invention is thus to lengthen the serviceable life of these nozzles. To this end, the invention provides that wear-resistant microparticles of a hard material, preferably of a ceramic hard material, are embedded in the metal or the metal alloy at least in areas. The nozzles can be advantageously produced by extrusion.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Düsen für Plasmabrenner, die im Wesentlichen aus einem Metall oder einer Metalllegierung gebildet sind. Insbesondere beim Betrieb solcher Plasmabrenner bei Schneidverfahren unter Einsatz von Sauerstoff tritt ein erhöhter Verschleiß an den Düsen auf, die dementsprechend häufig ausgetauscht werden müssen. Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Lebensdauer solcher Düsen zu erhöhen. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass in das Metall oder die Metalllegierung zumindest bereichsweise verschleißfeste Mikropartikel eines Hartstoffes, bevorzugt keramischen Hartstoffes, eingebettet sind. Die Düsen können vorteilhaft durch Strangpressen hergestellt werden.

Düse für Plasmabrenner

Die Erfindung betrifft eine Düse für Plasmabrenner sowie ein Verfahren zur Herstellung solcher Düsen. Dabei besteht eine solche Düse im Wesentlichen aus einem Metall oder einer Metall-Legierung mit einer erhöhten Wärmeleitfähigkeit. Außerdem wird eine solche Düse eines Plasmabrenners üblicherweise gekühlt. Sie kann zum Plasmaschweißen und bevorzugt zum Plasmaschneiden eingesetzt werden.

Plasmabrenner weisen bekanntermaßen zwei extrem belastete Elemente auf. Dies sind zum einen die als Kathode geschaltete Elektrode, die im Inneren eines Plasmabrenners angeordnet ist und zum anderen die entsprechende Düse, durch die der Plasmastrahl auf die jeweilige Werkstückoberfläche gerichtet wird.

Dabei wird auch die Düse solcher Plasmabrenner durch

die sehr hohen Temperaturen und zusätzlich durch die Strömungskinetik des durch die Düsenöffnung austretenden heißen und eine hohe Strömungsgeschwindigkeit aufweisenden Plasmastrahls in erheblichem Maße belastet. Infolge dieser Einflüsse, die gegebenenfalls noch durch Plasmadruckschwankungen erhöht werden, kommt es zum Abtrag von metallischem Düsenwerkstoff, wobei auch eine Delamination, eine Kraterbildung oder ein Abplatzen häufig nicht zu vermeiden sind.

Dementsprechend weisen auch die herkömmlichen an Plasmabrennern eingesetzten Düsen eine relativ kurze Lebensdauer auf und müssen demzufolge regelmäßig ausgetauscht werden, so dass der verschleißbedingte Austausch von Düsen einen Kostenfaktor für solche Anlagen darstellt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung Möglichkeiten vorzuschlagen, um die Lebensdauer von Düsen für Plasmabrenner zu erhöhen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Düse für Plasmabrenner, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist und einem Herstellungsverfahren für solche Düsen gemäß Patentanspruch 13 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung können mit den in den untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen erreicht werden.

Die erfindungsgemäßen Düsen für Plasmabrenner bestehen im Wesentlichen aus Metall oder einer Metall-Legierung, bevorzugt Kupfer oder einer Kupfer-Legierung. Zusätzlich sind jedoch zumindest bereichsweise verschleißfeste Mikropartikel eines Hartstoffes in das Metall bzw. die Metall-Legierung eingebettet.

Infolge der eingebetteten Mikropartikel kann die Festigkeit erhöht werden und gleichzeitig wird aber die Wärmeleitfähigkeit, die Voraussetzung für eine effektive Kühlung erfindungsgemäßer Düsen ist, nur im vernachlässigbarem Maß reduziert.

Die in die Metallmatrix eingebetteten Mikropartikel sollten eine maximale Korngröße von 30 μm , bevorzugt von 15 μm nicht überschreiten. Dabei können auch Mikropartikel eingebettet sein, deren Korngröße im Nanometerbereich liegt, so dass der gewählte Begriff Mikropartikel für die Erfindung auch einen Korngrößenbereich zwischen 0,01 bis 30 μm umfassen soll.

In das Metall oder die Metall-Legierung, aus der die eigentliche Düse für Plasmabrenner im Wesentlichen besteht, können Mikropartikel mit nahezu konstanter Korngröße eingebettet worden sein.

Es können aber auch Mikropartikel innerhalb eines vorgebbaren Korngrößenspektrums eingebettet werden, wobei die mittlere Korngröße d_{50} eines solchen Korngrößenspektrums dann um eine Korngröße im Bereich zwischen 1 und 5 μm liegen sollte. So können Partikel, die auch kleiner als 1 μm (bis zu 0,01 μm) sind, eingebettet sein.

Die erfindungsgemäß einzubettenden Mikropartikel sollten aus einem keramischen Hartstoff bestehen.

Hierfür geeignet sind unterschiedliche Oxide, Karbide, Nitride oder auch Boride.

Als besonders geeignet haben sich Karbide und hier wiederum Siliziumkarbid oder auch Borkarbid herausge-

stellt. Insbesondere die bezeichneten Karbide reduzieren die Wärmeleitfähigkeit des Düsenwerkstoffes nur geringfügig und sind außerdem noch kostengünstig einsetzbar.

5

Es besteht aber auch die Möglichkeit, Mikropartikel aus mindestens zwei der vorab bezeichneten chemischen Verbindungen in das die Düse bildende Metall bzw. die Metall-Legierung einzubetten, so dass gegebenenfalls eine Optimierung bezüglich der erreichbaren Festigkeit, Verschleißfestigkeit und des gewünschten Wärmeleitvermögens erreicht werden kann.

10

Die erfindungsgemäß einzubettenden Mikropartikel können innerhalb des Gesamtvolumens einer Düse verteilt angeordnet sein.

15

Dies ist aber unter Berücksichtigung der erwähnten Verschleißeinflüsse nicht unbedingt erforderlich, so dass die Einbettung von Mikropartikeln auch lokal differenziert erfolgen kann und dabei die entsprechend herrschenden Verfahrensbedingungen bei der Plasmabearbeitung in bzw. an der Düse berücksichtigt werden können.

20

25

So können Mikropartikel im in das Innere der Düse weisenden Bereich eingebettet sein, so dass die thermischen und strömungskinetischen Einflüsse dort besser beherrschbar sind.

30

Es besteht aber auch die Möglichkeit, Mikropartikel lediglich im Bereich der Düsenöffnung einzubetten.

35

Des Weiteren kann aber auch eine lokal differenzierte Einbettung von Mikropartikeln eingestellt werden, wobei bestimmte Volumenbereiche frei von Mikropartikeln

sind. Dies kann beispielsweise mittels einer streifenförmigen, spiralförmigen oder kreisringförmigen Einbettung von Mikropartikeln realisiert werden, wobei auch mehrere solcher voneinander getrennten Streifen, Spiralen oder Ringe ausgebildet werden können.

Die eingebetteten Mikropartikel sollten am Gesamtvolumen einer erfindungsgemäßen Düse einen Volumenanteil von 0,5 bis maximal 15% ausfüllen. Ein Volumenanteil von maximal 10% kann aber ausreichen, um die gewünschten Effekte zu erreichen.

Die erfindungsgemäßen Düsen für Plasmabrenner können vorteilhaft so hergestellt werden, dass eine Pulvermischung des eingesetzten Metalls oder der eingesetzten Metall-Legierung, bevorzugt Kupfer oder Kupfer-Legierung mit den jeweiligen Mikropartikel einem, bevorzugt hydrostatischen Strangpressverfahren unterzogen wird.

Hierbei kann zumindest eine voll- oder hohlzylindrische Gestalt ausgebildet und eine ausreichende Dichte des Düsenwerkstoffes erreicht werden.

Im Nachgang besteht die Möglichkeit die letztendliche Düsenkontur durch spanende Bearbeitung allein oder in Kombination mit einer Umformung auszubilden. Die Endkontur kann aber auch unter Verzicht auf eine spanende Bearbeitung ausschließlich durch ein Umformverfahren ausgebildet werden.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Beispiels näher erläutert werden.

Für die Herstellung eines Beispiels einer erfindungs-

gemäßen Düse wurden pulverförmiges Elektrolytkupfer mit 4 Masse-% Siliziumkarbidpulver intensiv vermisch. Das Siliziumkarbidpulver hatte eine mittlere Korngröße $d_{50} = 12 \mu\text{m}$. Aus der Pulvermischung wurde durch kaltisostatisches Pressen ein Zylinder mit einem Außendurchmesser von ca. 20 mm und einer Länge von 250 mm hergestellt.

Durch spanende Bearbeitung wurden eine glatte Oberfläche und ein Außendurchmesser von 15 mm erhalten.

Dieser zylindrische Einsatz wurde in einen Kupferzylinder mit einer entsprechenden Innenbohrung eingesetzt, der einen Außendurchmesser von 80 mm aufwies.

Anschließend wurde der Außendurchmesser durch Strangpressen auf 23 mm reduziert. Der so erhaltene zylinderförmige Körper wies einen Kernbereich mit einem Durchmesser von 3,8 mm auf, in dem die Siliziumpartikel eingebettet sind.

Mit einer daraus hergestellten Düse für einen Plasmabrenner wurde bei einem Vergleich mit einer herkömmlichen Düse, beim Plasmaschneiden von Baustahl, mit Sauerstoff als Plasmagas und bei einer elektrischen Stromstärke von 150 A, eine um 30 % erhöhte Lebensdauer erreicht.

Patentansprüche

1. Düse für Plasmabrenner, bestehend aus einem Metall oder einer Metall-Legierung,
5 dadurch gekennzeichnet,
 dass in das Metall oder die Metall-Legierung zumindest bereichsweise verschleißfeste Mikropartikel eines Hartstoffes eingebettet sind.
2. Düse nach Anspruch 1,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Korngröße der eingebetteten Mikropartikel $\leq 30 \mu\text{m}$ ist.
3. Düse nach Anspruch 1 oder 2,
15 dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Korngröße der eingebetteten Mikropartikel $\leq 15 \mu\text{m}$ ist.
4. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hartstoff ein Karbid ist.
- 20 5. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hartstoff Siliziumkarbid ist.
6. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der keramische
25 Hartstoff für die Mikropartikel ein Oxid, ein Karbid, ein Nitrid, ein Borid ist oder Mikropartikel von mindestens zwei dieser chemischen Verbindungen eingebettet sind.
- 30 7. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel in einem Korngrößenspektrum um eine mittlere Korngröße d_{50} , die im Bereich zwischen 1 und $5 \mu\text{m}$

liegt, eingebettet sind.

8. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die eingebetteten Mikropartikel einen Volumenanteil im Bereich zwischen 0,5 bis 15% im Düsenwerkstoff ausfüllen.
9. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikropartikel in das Innere der Düse weisenden Bereich eingebettet sind.
10. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel im Bereich der Düsenöffnung eingebettet sind.
11. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel lokal differenziert eingebettet sind.
12. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse im Wesentlichen aus Kupfer oder einer Kupfer-Legierung gebildet ist.
13. Verfahren zur Herstellung einer Düse für Plasmaschneidbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Düse aus einer Mikropartikel enthaltenen Metall- oder Metall-Legierungspulvermischung durch Strangpressen hergestellt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Endkontur der Düse durch eine spanende Bearbeitung und/oder eine Umformung ausgebildet wird.